

# Spójność fazowa w metrologii i komunikacji kwantowej

## Streszczenie

Metrologia kwantowa i komunikacja klasyczna przez kanały kwantowe są szybko rozwijającymi się dziedzinami nauki na pograniczu fizyki, statystyki oraz teorii informacji. Jednym z głównych problemów w tych teoriach jest zrozumienie wpływu koherencji na wydajność estymacji parametrów i transmisji informacji. Koherencja jest zazwyczaj tracona pod wpływem szumów mających swoje źródło w środowisku oraz niedoskonałości detektorów, które to zjawiska są nie do uniknięcia w rzeczywistych eksperymentach. Szczególnie interesująca z naukowego, a także praktycznego punktu widzenia jest sytuacja, w której utrata koherencji – a bardziej ogólnie dekoherencja – zachodzi w sposób nieskorelowany lub gdy możliwe pomiary są ograniczone do wąskiej klasy urządzeń możliwych do realizacji w eksperymencie.

W niniejszej rozprawie rozważono wpływ dekoherencji na zachowanie się precyzji estymacji parametru w granicy dużej liczby cząstek. Wykazano, że w obecności nieskorelowanej dekoherencji precyzja w podejściu Bayesowskim jest asymptotycznie równoważna precyzji w podejściu lokalnym. Natomiast w przypadku bezszumnym pojawia się różnica pomiędzy wynikami obu podejść i jest ona obecna niezależnie od wiedzy a priori o wartości parametru. Pokazano także, w jaki sposób efektywnie optymalizować lokalną oraz Bayesowską precyzję po stanach kwantowych dla średniej i dużej liczby cząstek, w obecności dekoherencji.

Przedyskutowano realistyczne protokoły transmisji informacji przy użyciu sygnałów optycznych w granicy słabych sygnałów, gdzie efekty kwantowe stają się dominujące. Wykazano, że dla dwóch praktycznych protokołów, w obecności strat i przy użyciu fotodetekcji, użycie stanów nieklasycznych światła daje mały zysk w komunikacji w porównaniu do najlepszych stanów klasycznych. Ponadto dowiedziono, że użycie detekcji kolektywnej, wykorzystującej schemat optyki liniowej oraz fotodetekcję, w przypadku w którym faza stanów koherentnych wykorzystanych do komunikacji fluktuuje, pozwala na osiągnięcie przepustowości komunikacji skalującej się tak samo jak w przypadku bezszumnym.

Przeanalizowano związki i podobieństwa między najważniejszymi wielkościami z teorii kwantowej estymacji i klasycznej komunikacji. W przeciwieństwie do poprzednich prac, które skoncentrowane były na relacji z podejściem Bayesowskim do estymacji, znaleziono związek pomiędzy przepustowością komunikacji a precyzją estymacji parametru w podejściu lokalnym, obowiązujący dla wąskich rozkładów a priori. Pozwoliło to na analizę superaddytywności w komunikacji przez pryzmat teorii estymacji.